

Т.К.ПИНЕГИНА, И.Ф.ДЕЛЕМЕНЬ, В.А.ДРОЗНИН, Е.Г.КАЛАЧЕВА,
С.А.ЧИРКОВ, И.В.МЕЛЕКЕСЦЕВ, В.Н.ДВИГАЛО, В.Л.ЛЕОНОВ,
Н.И.СЕЛИВЕРСТОВ

Камчатская Долина Гейзеров после катастрофы 3 июня 2007 г.

Освещены последствия катастрофических событий (большеобъемный обвал горного массива, связанные с ним грубообломочная лавина, мощный селевой поток, подпрудное озеро), произошедших в камчатской Долине Гейзеров 3 июня 2007 г. Выявлены и описаны происходящие там в настоящее время опасные процессы и явления. Даны оценка изменений рекреационных ресурсов в Долине Гейзеров после катастрофы и рекомендации по дальнейшему ее использованию в качестве туристического объекта.

Kamchatka Valley of Geysers after the catastrophe on 3 June 2007. T.K.PINEGINA, I.F.DELEMEN, V.A.DROZNIN, E.G.KALACHEVA, S.A.CHIRKOV, I.V.MELEKESTSEV, V.N.DVIGALO, V.L.LEONOV, N.I.SELIVERSTOV (Institute of Volcanology and Seismology, FEB RAS, Petropavlovsk-Kamchatsky).

Consequences of catastrophic events (a large-volume mountain massif collapse and a large-debris avalanche connected with it, a thick mudflow, a damming lake), happened on 3 June 2007 in Kamchatka Geysers Valley, are reviewed in the paper. Dangerous processes and phenomena taking place there now are revealed and described. Estimations of changes of recreational resources in the Geysers Valley after the accident are given, as well as recommendations for its further use as an object of tourism.

Расположенная на территории крупнейшего на Камчатке Кроноцкого государственного биосферного заповедника (КЗ) знаменитая Долина Гейзеров с начала 60-х годов XX в. была одним из главных объектов исследования Института вулканологии (ИВ), а затем и Института вулканологии и сейсмологии (ИВиС) ДВО РАН. С 1972 г. под руководством В.М.Сугробова в Долине Гейзеров были выполнены комплексные физико-гидрохимические, геодезические и геологические исследования; аэрофотосъемка и издание топографических карт масштаба 1:10000, 1:2000 центральной части Долины; геологическая, гидрогеологическая, геотермическая и инфракрасная съемки; описание гейзеров, термальных и холодных источников; выявлены основные закономерности режима гейзеров; выполнен годовой цикл гидрометеорологических наблюдений; получены многолетние наблюдения за режимом гейзеров; изучено распределение трития в пределах гейзерной гидротермальной системы. Долине Гейзеров посвящено большое количество научных и научно-популярных публикаций сотрудников обоих институтов [1–5].

В 1998–2004 гг. в этом районе продолжалось слежение за динамикой подземных вод в рамках проектов двух федеральных целевых программ «Интеграция». С 2005 г. целевое финансирование прекращено, но эпизодически проводятся автоматическая регистрация режима гейзеров Большой и Малый и оценка мощности тепловой разгрузки бассейна р. Гейзерная и руч. Водопадный.

ПИНЕГИНА Татьяна Константиновна – кандидат географических наук, ДЕЛЕМЕНЬ Иван Федорович – кандидат геолого-минералогических наук, ДРОЗНИН Валерий Аркадьевич – кандидат технических наук, КАЛАЧЕВА Елена Геннадьевна – кандидат геолого-минералогических наук, ЧИРКОВ Сергей Анатольевич, МЕЛЕКЕСЦЕВ Иван Васильевич – доктор геолого-минералогических наук, ДВИГАЛО Виктор Николаевич, ЛЕОНОВ Владимир Леонидович – кандидат геолого-минералогических наук, СЕЛИВЕРСТОВ Николай Иванович – доктор геолого-минералогических наук (Институт вулканологии и сейсмологии ДВО РАН, Петропавловск-Камчатский).

Работа выполнена по программе и при финансовой поддержке гранта РФФИ № 05-05-64730, а также проектов Президиума ДВО РАН 06-III-A-08-334 и 06-III-A-08-329.

В апреле 2007 г. сотрудники ИВиС к.т.н. В.А.Дрознин и к.г.н. Я.Д.Муравьев установили и запустили регистратор режима гейзеров Большой и Малый.

По приглашению дирекции КЗ сразу после катастрофического события 3 июня 2007 г. в Долине Гейзеров в ИВиС был сформирован сводный отряд из специалистов разного профиля для объективной оценки случившегося. Тем более что в ряде публикаций сообщалось о гибели Долины Гейзеров. В состав отряда вошли к.г.н. Т.К.Пинегина (начальник отряда, геоморфолог), к.г.-м.н. И.Ф.Делемень (геолог), к.т.н. В.А.Дрознин (теплофизик), к.г.-м.н. Е.Г.Калачева (гидрогеолог) и старший инженер С.А.Чирков (геолог). Они должны были решить несколько конкретных задач: оценить масштабы и геолого-геоморфологический эффект катастрофы, определить возможные ее причины; выяснить воздействие происшедших катастрофических событий и процессов на гейзеры и организовать автоматическую регистрацию режима гейзеров для обнаружения влияния затопления; определить и описать современные опасные процессы и явления; оценить изменения рекреационных ресурсов Долины Гейзеров после катастрофы; дать предварительные рекомендации по дальнейшему использованию Долины Гейзеров в качестве туристического объекта.

К сожалению, из-за отсутствия у института собственных денежных средств вылет отряда затянулся на несколько дней. В.А.Дрознин прибыл только 6 июня. И.Ф.Делемень в составе рабочей группы экспертов по оценке последствий события при областной комиссии по ЧС 7 июня совершил вертолетный облет долины с двумя кратковременными высадками у основания обвального цирка и на образовавшейся плотине. В полном составе полевой отряд вылетел на место события лишь 8 июня. Полноценные исследования в Долине Гейзеров продлились с 9 по 15 июня 2007 г. Несмотря на кратковременность



Рис. 1. Отложения лавины у научного стационара Кроноцкого государственного биосферного заповедника. Справа – подпрудное озеро и естественная плотина, перегородившая долину р. Гейзерная. 7 июня 2007 г., вид с юга. Фото И.Ф.Делеменя

полевых работ, высокая квалификация членов отряда позволила успешно решить большинство поставленных задач.

Обсуждение полученных результатов исследований проводилось с участием д.г.-м.н. И.В.Мелекесцева, д.г.-м.н. Н.И.Селиверстова, с.н.с. В.Н.Двигало, использовались материалы, присланные к.г.-м.н. В.Л.Леоновым.

Следует отметить, что официальное приглашение ИВиС дирекцией заповедника было сделано впервые. Ранее подобных предложений не поступало ни от дирекции КЗ, ни от руководства туристских компаний, которые там работали, хотя по имеющимся в ИВиС материалам было известно, что район Долины Гейзеров является одним из самых потенциально опасных на Камчатке из-за интенсивного развития в его пределах обвально-оползневых процессов и частых селей. Так, мощный сель, вызванный тайфуном «Эльза», наблюдался здесь в октябре 1981 г. [4]. Тогда пострадали несколько гейзеров. Следы многочисленных крупных обвалов (включая гигантские, объемом до $0,5\text{--}1\text{ км}^3$) хорошо видны на аэрофотоснимках 1950–1990 гг. на обоих бортах Долины Гейзеров. Однако при выборе мест под строительство турбазы, вертолетных площадок, переправ, прокладки троп оценки потенциальной опасности от возможных обвально-оползневых процессов и селей там не проводилось, несмотря на то что сотрудники Института вулканологии и сейсмологии ДВО РАН, а также специалисты других организаций (например, В.Д.Дмитриев, геоморфолог ПГО «Камчатгеология») указывали на опасность склоновых процессов в Долине и приуроченность гейзеров к участкам интенсивного развития оползневых процессов. Поэтому в настоящее время все возведенные в Долине Гейзеров объекты оказались на участках с высокой степенью опасности: на обвально-оползневых формах рельефа, в зонах прохождения селевых потоков, интенсивно размываемых местах.



Рис. 2. Краевая часть восточной лопасти лавины у стены гостиницы для туристов в Долине Гейзеров. 7 июня 2007 г. Фото И.Ф.Делемена

По сообщению КЗ было известно, что 3 июня 2007 г. в 14 : 20 мин в Долину Гейзеров сошла мощная грязекаменная лавина, перекрывшая долину р. Гейзерная. Плотина подпрудила русло реки, что привело к образованию озера (рис. 1, 2). В результате подъема уровня воды в озере прекратили существование гейзеры Малый, Большой, Конус и другие. Лавина уничтожила часть построек и сооружений научного стационара заповедника, расположенного на левом борту долины реки, 2 вертолетные площадки, мосты.

Проведенные исследования позволили во многом детализировать и дополнить эту картину, предварительно определить причины и масштабы происшедших опасных событий и процессов, их геолого-геоморфологический эффект и динамику во времени, получить количественные характеристики новообразованных форм.

Масштабы, геолого-геоморфологический эффект и возможные причины катастрофы. По рассказам очевидцев, воскресный день 3 июня после майского ненастья был солнечным и начинался обычно. Вертолет привез большую группу камчатских учителей, которые с гидом Г.М.Гавриленко, старшим научным сотрудником ИВиС, пошли осматривать гейзеры. На стационаре оставались в это время сотрудники заповедника и немногочисленные туристы.

Вдруг в 14 ч 20 мин (время камчатское летнее) одна из сопок в верховьях руч. Водопадный, расположенная в 1,5 км к югу и выше от домиков стационара (на абсолютной высоте около 750 м), стала сползать, и через минуту по долине ручья понесся бурный поток грязи и камней. Такие потоки – сели – случаются обычно после обильных дождей или интенсивного таяния снега, когда паводковые воды захватывают по пути большое количество обломочного материала со дна и склонов долин рек и ручьев.

Здесь же произошло сползание и дробление крупных блоков пород, слагавших горные массивы верховьев и бортов долины руч. Водопадный. Удалось выделить три последовательные фазы процесса обрушения и три связанных с ними типа продуктов обрушения.

Первой фазе соответствовали преимущественно селевые отложения. При этом самые ранние их порции формировались, по-видимому, за счет оттаявших грубообломочных склоновых отложений и толстого снегового покрова, облекавших разрушавшиеся горные массивы. По мере перемещения скорость сильно раздробленной и обводненной массы пород резко возросла. Попав в долину руч. Водопадный, она образовала типичный селевый поток из смеси воды, снега, глыб и более мелких разноразмерных обломков с отложениями, содранными в самой долине ручья. Поток двигался со скоростью до 35–40 км/ч, по пути вырывая с корнями деревья и кусты. В среднем течении ручья он вскрыл и размыл красные глины гидротермального происхождения. Глины были перенесены вниз по долине и переотложены на участках заплесков селевого потока. Заплески, высота которых часто достигала 8–10 м (а местами и более), происходили в местах, где путь селю преграждали склоны и увалы. Фронтальная часть потока достигла места впадения ручья в р. Гейзерная и начала формировать естественную камненабросную плотину, перегородившую долину этой реки.

Одновременно со сходом грязекаменного потока в течение 2,5 мин происходило гравитационное обрушение уступов приводораздельной части долины реки в верховьях руч. Водопадный, распространявшееся с востока на запад. Обломочная лавина второй фазы обвала также захватила при движении большое количество снега (местами до 15–20 % от всего объема отложений), но была уже практически сухой. Перемещаясь по поверхности отложений первой фазы, она более не повторяла трассу руч. Водопадный, а устремилась по линии наибольшего уклона и остановилась всего в метре от ближайшего к фронту лавины домика, на абсолютной отметке около 500 м (рис. 2). При этом были разрушены некоторые хозяйственные сооружения (в т.ч. баня), две вертолетные площадки, а металлический вагончик дизельной электростанции перемещен на 11 м и вдавлен в торец одного из жилых помещений.

Третья фаза тоже началась как обвал, но значительно меньшая высота склонов и еще более пологая подстилающая поверхность привели к тому, что лавина отчасти имела характер обвало-оползня (особенно в своей тыловой части). В ее отложениях присутствовали разрушенные громадные блоки (длиной от нескольких метров до 10 м, иногда и больше) пород, материал которых не столько раздроблен, сколько растащен по направлению движения обломочного потока.

Траектория схода лавины пролегла вдоль западного борта долины руч. Водопадный, а отложения этой лавины завершили образование естественной камнеобросной плотины высотой ок. 50 м, перегородившей русло р. Гейзерная на участке впадения в нее руч. Водопадный, выше и ниже по течению от его устья (рис. 3). Длина плотины около 300 м, ширина от 200–250 до 40–60 м в наиболее узком месте между скалистыми утесами, где сходятся долины р. Гейзерная и руч. Водопадный (т.н. Ворота).

Из-за обрушения склона и схода лавин обломочные отложения на обследованном участке приобрели в плане сложную форму, грубую стратификацию и пестрый состав. Ареал вытянут в западном направлении, его длина – 1,2–1,5 км, ширина – 0,2–0,4 км. Очевидцы отмечали большую высоту головной части лавин при движении (первые десятки метров) и быстрое ее уменьшение при остановке. Мощность отложений лавин постоянно сокращалась из-за таяния снега, уплотнения материала и выноса мелкозема тальными водами.

Многофазная лавина сложена преимущественно крупноглыбовым материалом, ее поверхность очень неровная. Замеренная мощность отложений варьирует от 3–5 до 50 м. При этом сохранились относительно маломощные (0,5–1,5 м) участки залегания обломочных отложений в местах заплесков грязекаменного потока на прилегающие склоны, наблюдавшихся в первой и отчасти во второй фазе лавинного процесса.

Также образовался открытый к северо-западу подковообразный амфитеатр обрушения, состоящий из двух смежных цирков, с вытянутой в северо-восточном направлении субвертикальной стенкой высотой около 150 м и протяженностью 800 м, с полого наклонным днищем длиной 400–600 м. Объем обрушения и сошедшей при этом обломочной лавины составил, по предварительным оценкам, 3–5 млн м³.

Только по счастливой случайности катастрофа 3 июня не привела к человеческим жертвам.

Применительно к исследованным водотокам события 3 июня наибольшие коррективы внесли в гидрологический режим р. Гейзерная и руч. Водопадный.

Грубообломочная лавина от обвала в верховьях руч. Водопадный полностью погребла его долину, образовав плотину в месте впадения ручья в р. Гейзерная (рис. 3). Лишь притоки руч. Водопадный оказались непокрыты лавинными отложениями. Однако уже в первые дни после обрушения ручей начал промывать новое русло, что привело к образованию нескольких холодных озерков, соединённых протоками. Водное питание ручья осуществлялось тальными и холодными подземными водами. В верховьях термальная составляющая невелика, так как на новообразованных термальных площадках в тыловой

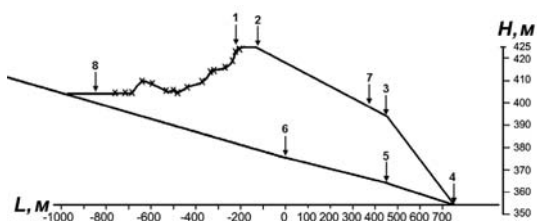


Рис. 3. Профиль плотины (вдоль русла реки), образованной обломочной лавиной, перекрывшей долину р. Гейзерная. Крестики – точки эхолотных промеров подводной части плотины. 1 – уровень озера, 425 м над у. м.; 2 – плотина; 3 – уровень р. Гейзерная в районе Ворота после образования плотины, 385 м над у. м.; 4 – слияние рек Гейзерная и Шумная, 354,5 м над у. м.; 5 – уровень р. Гейзерная в районе Ворота до образования плотины, 365 м над у. м.; 6 – слияние р. Гейзерная и руч. Водопадный, 375 м над у. м.; 7 – продольный профиль р. Гейзерная после обвала и спуска озера по состоянию на 15.06.2007 г.; 8 – продольный профиль подводной части долины, L – расстояние от слияния р. Гейзерная и руч. Водопадный, м; H – высота над у. м., м. *Выполнен Т.К.Пинегиной*

части обвально-оползневого цирка преобладает паровая разгрузка, начиная же со средней части течения Водопадного и далее к устью термальная составляющая возрастает за счет скрытой разгрузки термальных вод.

Таким образом, 12 июня стало четко прослеживаться закладывающееся новое русло, но до середины потока ручей на поверхность не выходил: вода текла внутри обвальных отложений. На поверхности ручей появляется чуть ниже домиков стационара, где достаточно мощным потоком (40–50 л/с) вытекает из крупнообломочных отложений, температура его 64°C, pH 7,1. Далее он формирует цепь небольших термальных озер, в которые поступают и поверхностные холодные воды, затем сквозь обломочные отложения каскадом уже из двух потоков впадает в образовавшееся в результате обвала подпрудное озеро р. Гейзерная. Впервые поступление вод руч. Водопадный в озеро было замечено утром 12 июня. Первые два дня ручей интенсивно выносил в озеро взвешенный глинистый материал. Длинный шлейф этих осадков прослеживался на поверхности озера.

В том месте, где в нижнем течении руч. Водопадный были водопад, гейзер «У водопада» и разгрузка термальных вод, вначале появилось площадное парение, приуроченное к толще принесенных сверху обломков серых алевролитов, которые при первом посещении 9 июня были горячими. 12 июня площадного парения уже не наблюдалось, были заметны только четко концентрированные выходы пара с максимальной температурой 84°C, приуроченные к отдельным участкам этих алевролитов, которые там значительно пропарены

и рассыпаются прямо в руках. Алевролиты буквально насыщены пиритом в виде мелкого песка, рассеянного по трещинам скалывания пород, щеток, прослоев и отдельных кристаллов в самой обломочной толще. 15 июня парение, уже не столь интенсивное, продолжалось, но на значительной части отложений обвала сформировались термальные озерки, и именно сквозь эти отложения руч. Водопадный проложил новое русло. Подобные небольшие (первые десятки метров) зоны парения, а затем термальные озерки появились на обвальных отложениях в долине руч. Водопадный и в других местах. Измеренная температура колебалась от 31 до 53°C, минерализация – от 479 до 920 мг/л.

Следует отметить, что с 8 июня (начала наблюдений) к 14 июня (окончанию наблюдений) в долине руч. Водопадный на обломочных отложениях оживились гидрологические и гидрогеологические процессы. Так, наряду с холодными и термальными озерами возникли и небольшие ручейки, под камнями зажурчала вода.

Появление камнenaбросной плотины привело к повышению уровня воды в р. Гейзерная с образованием подпрудного озера. Поскольку поперечный

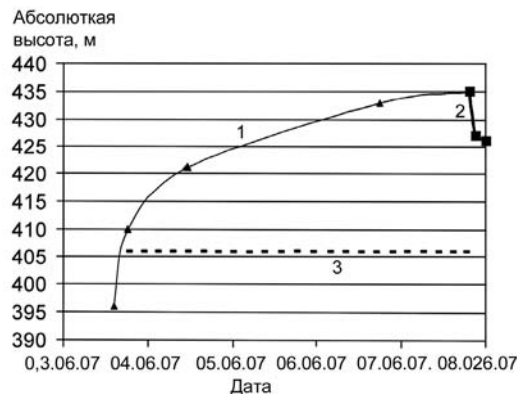


Рис. 4. Изменение уровня подпрудного озера в районе гейзера Малый (по В.А.Дрознину). 1 – подъем, 2 – опускание, 3 – новое дно

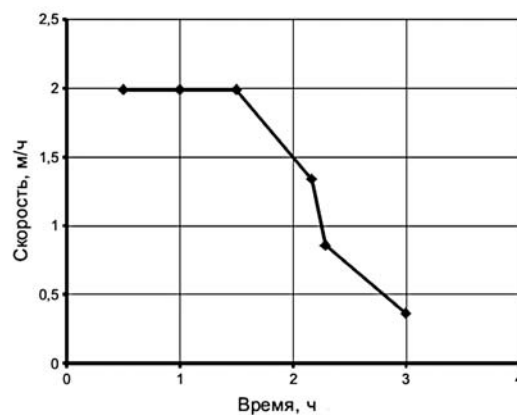


Рис. 5. Скорость падения уровня воды в подпрудном озере с 19:20 7 июня 2007 г. (по В.А.Дрознину)

профиль долины реки был каньонообразным, то уровень воды в озере поднялся очень быстро: днем 7 июня он достиг абсолютной отметки 435 м при максимальной глубине озера ок. 30 м и длине почти 2 км. Вечером 7 июня плотина была прорвана, и уровень воды в озере резко (за 4 ч) снизился на 9 м (по нивелирным измерениям, 8,7 м) (рис. 4, 5). Русло реки врезалось в тело плотины на 3–4 м. После снижения уровня воды в озере до отметки 425 м его длина уменьшилась до 1,8 км, а максимальная глубина – до 20 м. Спустя 3 дня уровень стабилизировался: он колебался в пределах первых сантиметров относительно нового уровня.

Последующие наблюдения видимых изменений в состоянии русла реки в пределах плотины не выявили. Было установлено, что речными водами выносятся преимущественно мелкая фракция обломочных отложений. Главное русло по плотине в основном проходит по правому борту вдоль коренных пород. Ряд крупных каменных глыб вдоль левого берега значительно снижает скорость размыва плотины.

Головная часть лавины была приостановлена Воротами – выходами скальных пород, перегораживающими долину реки. Ниже них мощность обвальных отложений в первые дни была всего первые метры, после прорыва плотины произошло перераспределение отложений в фронтальной части потока, в результате чего образовался аллювиальный конус выноса (рис. 6). Сразу за Воротами мощность отложений составляет более 20 м, постепенно уменьшаясь до 3–4 м ниже по течению реки, где ее русло меняет свое положение, смещаясь к левому берегу. Слияние рек Гейзерная и Шумная происходит сейчас на прежней высоте (354, 5 м над у. м.).

Другое негативное влияние обвала – вред, нанесенный существованию и режиму деятельности гейзеров в долинах р. Гейзерная и руч. Водопадный, – подробно рассмотрено в следующем разделе.

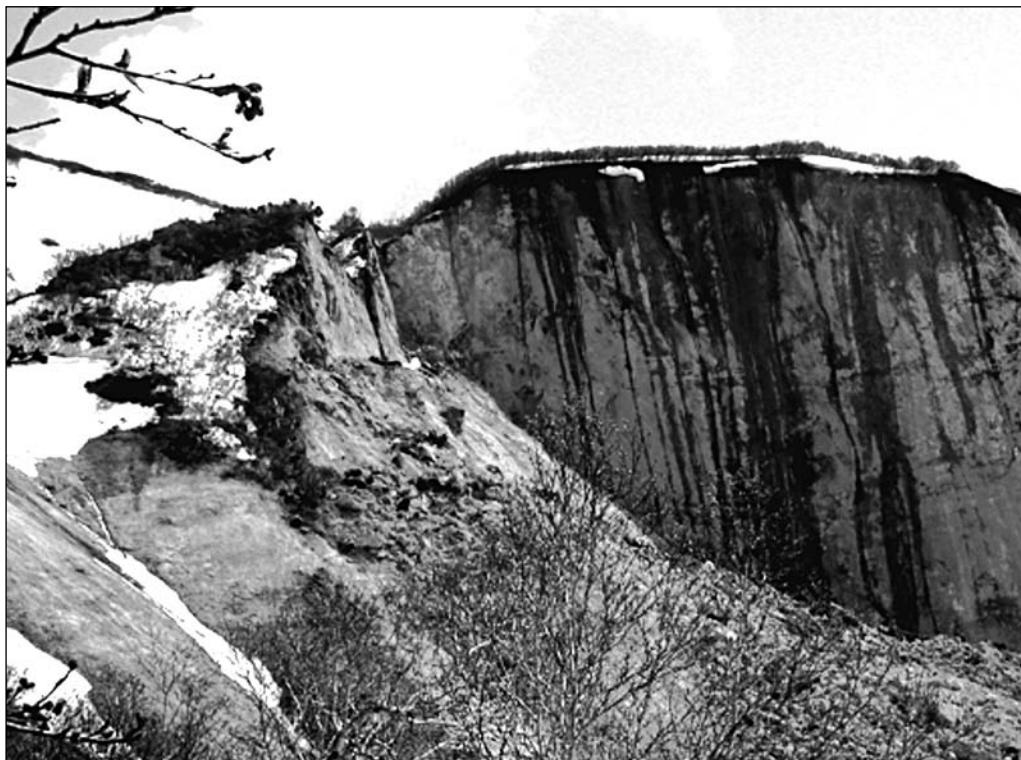


Рис. 6. Субвертикальная стенка отрыва восточной части амфитеатра обрушения. 12 июня 2007 г. Фото Т.К.Пинезиной

Наиболее вероятной причиной обрушения является длительное ослабление склонов, сложенных здесь исключительно уплотненными и слабосцементированными вулканогенно-осадочными породами гейзерной свиты – продуктами заполнения озера (типа Карымского и Курильского) в крупной кальдере плейстоценового возраста. Этому способствовали и другие особенности строения гейзерной свиты: преимущественно пемзовый состав отложений, локализация в ее толще отмерших и действующих термопроявлений с характерными глинистыми гидротермальноизмененными породами, ориентированное по падению склонов наклонное залегание чередующихся водоупорных слоев и водоносных горизонтов. Благоприятны для обрушения были также геоморфологический (крутые до вертикальных склоны) и тектонический (наличие на склонах разрывных нарушений и зияющих трещин отрыва) факторы, а также интенсивно протекавшие на склонах мерзлотные процессы.

Ослабление склонов началось задолго до обрушения: по материалам аэрофотосъемки 1989 г. в тыловой части будущего обвального цирка уже трассируется хорошо выраженная зияющая трещина отседания, совпадающая с будущей стенкой отрыва. При наземных наблюдениях 7 июня 2007 г. у подножия стенки обрыва обнаружены вытянутые вдоль разрывного нарушения две термальные площадки, представляющие собой глубокие расседины с интенсивным парением. Более восточная из них (расположенная на том участке подковообразного обрыва, где началось обрушение) визуально парила мощнее. Через неделю на ее месте образовалась крупная термальная площадка. Сделан вывод, что спусковым механизмом, явившимся непосредственной причиной обрушения, стали эрозионные и нивальные процессы подрезки склона в сочетании с его ослаблением гидротермальной проработкой. Считаем необходимым отметить, что за два дня до схода лавины ощущались два, предположительно сейсмических, толчка. Такие толчки здесь вполне возможны, поскольку район Долины Гейзеров приурочен к очень сложной системе разрывных тектонических и вулканотектонических нарушений, связанных с формированием Узонско-Гейзерного кальдерного комплекса и посткальдерной вулканической активности [1]. Были ли они на самом деле – осталось неизвестным.

Для понимания природы обвала представляется важным то, что сразу же после схода лавины, 3 июня, очевидцы отмечали (и заметно на фотографиях) парение над только что сошедшей лавиной на участках, где термопроявления отсутствовали ранее и отсутствуют сейчас (южные склоны небольшой сопки у домиков заповедника, плотина). Так, 7 июня И.Ф.Делемень наблюдал интенсивное парение отложений, слагающих плотину на участке подпора ею русла р. Гейзерная (в некоторых местах температура почвы у поверхности достигала 55–60°C), а через 2 дня парение уже не наблюдалось. Следовательно, в обрушение были вовлечены разогретые изначально или же в процессе схода лавины породы, славившие ранее горный массив.

Выяснение воздействия катастрофических событий на гейзеры и организация автоматической регистрации режима гейзеров для обнаружения влияния затопления. В долине р. Гейзерная от обвала наиболее сильно пострадала или была уничтожена та часть гейзеров и термальных площадок, которые находились в нижнем течении реки. Основная потеря – группа гейзеров Тройной, Сахарный, Сосед, имевших уникальный гейзеритовый плащ. Сейчас над тем местом располагается озерко с температурой воды 11°C и pH 6,6. Термопроявлений в окрестностях озерка не наблюдаются. Периодически возникают паровые струи над одним из термопроявлений на засыпанном переотложенными обвальными отложениями (толщиной до 5 м) участке, где был гейзер Первенец (на левом берегу р. Шумная в 100 м ниже по течению от устья р. Гейзерная) и разгрузившийся рядом с ним на другом берегу реки термальный источник, однако наличие гейзерного режима установить не удалось из-за недоступности участка.

В долине руч. Водопадный место, где раньше были теплый водопад и гейзер «У водопада», тоже перекрыто мощными отложениями грубообломочной обвальной лавины.

Естественно, гейзер здесь уничтожен и вряд ли возобновит свою деятельность в прежнем виде. Водопад, по-видимому, восстановится, когда русло ручья прорежет обвальные отложения и снова обнажится уступ из твердых пород – главная причина возникновения бывшего здесь водопада.

Перед изложением материалов о влиянии затопления на существование и режим деятельности гейзеров следует отметить, что предварительное письменное сообщение на эту тему было сделано по просьбе сотрудников заповедника В.А.Дрозниным 6 июня 2007 г. и направлено в адрес дирекции ИВиС. Вот его сокращенный вариант.

Произошел обвал 03.06.2007 в 14:30, возможно, спровоцированный землетрясением 01.06.2007, по разлому, расколовшему часть отрогов в верховьях руч. Водопадный. В результате обвала сошла каменная лавина по притокам и руслу руч. Водопадный, она ударила о правый борт р. Гейзерная и образовала на ней плотину. Узкое место на р. Гейзерная, т.н. Ворота, затормозило сход лавины, и она перекрыла р. Гейзерная не только в районе слияния (мощность отложений в этом месте порядка 60 м) с руч. Водопадный, но и выше по течению метров на 300. Лавина дошла до р. Шумная. Мощности отложений на р. Шумная была незначительна, поэтому вскоре они были промыты. Состояние гейзера Первенец неизвестно, но, видимо, он работает. Абсолютная максимальная отметка высоты плотины на р. Гейзерная 436 м; затопленного гейзера Малый – 411 м. Уровень р. Гейзерная в первые сутки поднялся на 5 м. Отметки гейзеров Большой – 425 м, Щель – 427, Малахитовый Грот – 426, Двойной – 437, Великан – 447 м. Расчет уровня затопления выполнен на основе карт района Долины Гейзеров масштаба 1 : 2000 и 1 : 10 000, фотоснимков, сделанных Г.М.Гавриленко и пилотами Камчатских авиалиний.

В письменном экспертном заключении о развитии опасных склоновых процессов и устойчивости геологической среды в Долине Гейзеров, представленном И.Ф.Делеменем в областную комиссию по ЧС 7 июня 2007 г. после вертолетного облета, был сделан вывод, что дальнейшая судьба озера в долине реки зависит от сохранности образовавшейся плотины. Судя по ее строению (холмисто-западинный рельеф), возможно поступление воды в тело дамбы по западинам, сложенным преимущественно мелкообломочным материалом, о чем свидетельствует обводненность западины у подножия фронта лавины, а также одной из западин над осевой частью русла. Был сделан вывод, что несмотря на продолжающееся повышение уровня воды в озере, происходит интенсивная промывка материала, слагающего дамбу, и суффозионный вынос мелкозема. Нарушение целостности дамбы – вопрос непродолжительного времени. Дамба может сохраниться только при создании условий для уплотнения материала (например, при резком снижении расхода реки в меженный период), в остальных случаях более вероятно ее постепенное разрушение путем размыва.

В.А.Дрознин предполагал, что размыв плотины на 8–10 м также должен произойти достаточно быстро – примерно за месяц. Это частично подтвердилось.

Замеры уровня воды в озере производились с помощью вспомогательных средств: ступенек и размеченных реек (цена деления 50 и 10 см), постоянно переставляемых из-за большого перепада уровня. Тем не менее, сопоставляя положение реперных точек (гейзеров) с фотографиями уровня, можно построить график затопления (рис. 4). На графике начальная точка соответствует отметке бывшего уреза воды в затопленном русле р. Гейзерная непосредственно выше по течению от плотины (рис. 3).

Спад воды начался 07.06.2007 в 19:30. Непрерывно измерять его не представлялись возможными, так как он происходил очень быстро. Поэтому измерялась скорость понижения уровня: время опускания уровня на 0,1 м (рис. 7). К сожалению, сам процесс размыва плотины тоже проследить не удалось, поскольку видеомониторинг плотины не проводился.

Было установлено, что при максимальном подъеме уровня подпрудного озера оказались затопленными гейзеры Щель и – ниже по течению р. Гейзерная – Большой, Малый, Конус и др. После того, как уровень озера спал, гейзер Щель возобновил свою работу

Современные опасные процессы и явления. Исследованиями установлено, что подвергшиеся обрушению горные массивы в верховьях и на бортах долины руч. Водопадный по-прежнему характеризуются повышенной динамикой обвально-оползневых и гравитационных процессов и селевой активностью. Они еще могут резко усилиться в результате сейсмических толчков даже сравнительно небольшой (4–6 баллов по 12-балльной шкале) силы, бурного таяния снега и обильных атмосферных осадков, особенно при комплексном субсинхронном проявлении перечисленных факторов. Главными опасными явлениями здесь могут быть:

продолжающиеся обвалы – наибольшая опасность от них сохраняется у крутых (до вертикальных) свежих стенок отрыва амфитеатра обрушения. Доступ туристов в эти места должен быть полностью запрещен;

постоянные камнепады; они также будут происходить на этих участках, так как склоны амфитеатра сложены слабыми породами, местами имеют отвесное падение. Уже сейчас здесь сформировались 3 активных очага камнепадов;

сход новых обломочных лавин – при последующих обвалах и обрушениях склонов в пределах существующего амфитеатра. Нахождение здесь туристов должно быть ограниченным по времени и проходить под контролем спасательных служб;

внезапное быстрое разжижение грунтов на территории распространения обломочных лавин при их обводнении;

непредсказуемые провалы на обломочных лавинных отложениях из-за таяния погребенных снега и мерзлых грунтов, подмыва снизу текущими водами, включая термальные;

вторичные сели на поверхности обломочной лавины в результате интенсивных и обильных атмосферных осадков и быстрого таяния снегового покрова. Источником обломочного материала будут служить незадернованные и неконсолидированные отложения самой лавины.

Большое внимание было уделено изучению опасных процессов и явлений в «обновленной» долине р. Гейзерная: на возникшей плотине, а также выше и ниже ее по течению реки.

Сделан вывод, что из-за сужения долины на участке Ворота быстрое катастрофическое разрушение плотины при ее сползании или размыве при паводках маловероятно. Наиболее возможно углубление сформировавшейся протоки, что приведет к дальнейшему понижению уровня озера. Не исключено, что из-за неоднородного строения тела плотины врезание русла протоки и само понижение будут не постепенными, а поэтапными и резко неравномерными. В любом случае процесс врезания русла протоки окажется очень бурным, малопредсказуемым и весьма опасным. Вполне вероятны внезапные оползания бортов протоки и обвалы на них и образование вторичных микроплотин с очень быстрыми, но кратковременными повышениями воды в русле реки и подпрудном озере. Поэтому доступ туристов на берега протоки должен быть запрещен. Кроме того, как и на остальной площади обломочной лавины, опасность будут представлять внезапные провалы и разжижение грунтов.

Ниже по течению от плотины главная опасность должна исходить, во-первых, от непредсказуемой миграции по дну долины нового русла р. Гейзерная, а во-вторых, от вполне возможных селевых потоков при быстром и интенсивном размыве плотины или при прорыве временных плотин от обвалов и оползней.

Выше по течению от плотины, по берегам подпрудного озера, по мере его спуска возрастает опасность от обвалов и оползней на крутых бортах долины р. Гейзерная, особенно на тех участках, где широко развиты глинистые гидротермально измененные породы. Повышенная опасность новых оползней и осыпей будет сохраняться здесь в течение всего периода изменения уровня воды в озере и формирования профилей склонов.

Изменение рекреационных условий и предварительные рекомендации по дальнейшему использованию Долины Гейзеров в туристических целях. Одним из наиболее

важных результатов исследований является также переоценка рекреационных ресурсов Долины Гейзеров и их изменений в результате обвала и схода обломочной лавины.

Хотя в первые дни поступала противоречивая информация о произошедшем, даже о полном уничтожении Долины Гейзеров, по результатам рекогносцировочного обследования установлено, что основная площадка («Витраж») и самый крупный гейзер – Велликан – существенно не пострадали, но прекратилась деятельность нескольких красивейших гейзеров: Первенца, группы Тройного (Сахарный, Тройной, Сосед), Большого и Малого. В целом произошло прекращение деятельности гейзеров и открытой разгрузки термальных вод на участках, перекрытых лавиной и занятых озером. Однако за пределами лавины и подпрудного озера гейзеры сохранились. Появились новые термопроявления у подножия обвального цирка, весьма эффектно выглядит сформировавшийся в среднем и нижнем течении бывшего руч. Водопадный термальный ручей с температурами около 60°C, новообразованные термальные озера, в т.ч. над погребенными гейзерами Сахарный, Тройной и Сосед, новые парящие площадки по берегам подпрудного озера. Имеется вероятность частичного восстановления гейзерного режима при понижении уровня воды в этом озере. Может быть, через некоторое время появятся и новые гейзеры.

Итак, значительная часть гейзеров и других термопроявлений в Долине Гейзеров сохранилась, а в пределах существующих искусственных настилов, где Долина была доступна для посещения туристов, исчезли только термопроявления на участке гейзера Большой. Вместе с тем появились новые объекты, представляющие рекреационную ценность: обвальные цирки, огромная грубообломочная лавина, плотина, перегородившая р. Гейзерная, подпрудное озеро, новые термальные озера, новый термальный ручей, свежие обвалы и оползни на бортах р. Гейзерная. Определенный интерес для показа представляет сохранение следов лавины как яркого примера негативного влияния стихии на сооружения, возведенные без учета конкретной опасности.

Использование Долины Гейзеров в качестве туристического объекта в настоящее время и в ближайшем будущем возможно лишь за пределами указанных опасных участков. Для дальнейшего изучения и объективной оценки потенциально опасных явлений, динамики развития и долгосрочного прогноза опасных процессов в Долине Гейзеров представляется целесообразным выполнение комплексной программы новых, более детальных, научно-исследовательских работ. В перспективе развитие инфраструктуры туристического комплекса должно опираться только на результаты этих исследований. Для уже существующих объектов необходимо срочно провести комплексную оценку возможной опасности. Должна проводиться тщательная экспертиза мест для строительства новых объектов.

Авторы признательны очевидцам описанных событий: И.П.Шпиленку и В.А.Злотникову, к.г.-м.н. Г.М.Гавриленко, а также к.г.-м.н. В.И.Белоусову, к.г.-м.н. Е.Н.Гриб, В.Д.Дмитриеву, д.г.-м.н. Г.А.Карпову, д.г.-м.н. А.В.Кирюхину, к.б.н. Л.Е.Лобковой и Р.А.Шайхутдинову за полезные замечания и советы при обсуждении рассмотренных в работе явлений. Мы благодарим президента-председателя правления ВТБ 24 М.М.Задорнова за поддержку исследований.

ОСНОВНЫЕ ПУБЛИКАЦИИ

1. Вулканизм, гидротермальный процесс и рудообразование / ред. С.И.Набоко. М.: Недра, 1974. 262 с.
2. Леонов В.Л., Гриб Е.Н., Карпов Г.А. и др. Кальдера Узон и Долина Гейзеров // Действующие вулканы Камчатки. Т. 2. М.: Наука, 1991. С. 94-142.
3. Набоко С.И. Гейзеры Камчатки // Тр. лаб. вулканологии АН СССР. 1954. Вып. 8. С. 126-212.
4. Сугробова Н.Г., Сугробов В.М. Изменения режима термопроявлений Долины Гейзеров под влиянием циклона Эльза // Вопр. географии Камчатки. 1985. Вып. 9. С. 88-94.
5. Сугробова Н.Г. Некоторые закономерности режима гейзеров на Камчатке // Вулканология и сейсмология. 1982. № 5. С. 35-48.